

## ION PLATING DEVICE

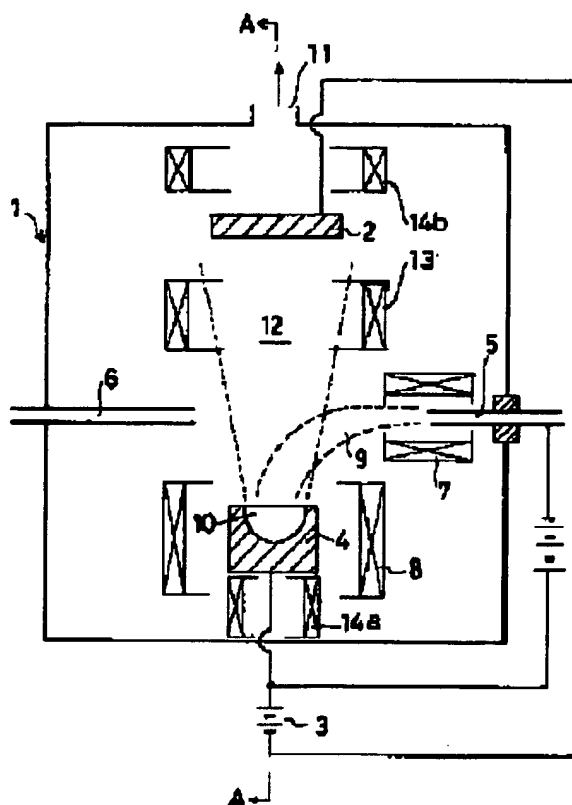
**Patent number:** JP6264225  
**Publication date:** 1994-09-20  
**Inventor:** TAKAHASHI NATSUKI others: 02  
**Applicant:** ULVAC JAPAN LTD others: 01  
**Classification:**  
 - international: C23C14/32  
 - european:  
**Application number:** JP19930052647 19930312  
**Priority number(s):**

Report a data error here

## Abstract of JP6264225

**PURPOSE:** To provide the ion plating device which can form films with an arbitrary film thickness distribution without impairing the deposition efficiency of a film forming material sticking to a work by irradiating the film forming material with an electron beam while oscillating this beam to the arbitrary position of this material and arbitrarily controlling the distributions of reactive gas ions and the plasma thereof.

**CONSTITUTION:** The device for executing ion plating while applying a DC bias by the electron beam 9 controlled with converging coils 7, 8, 13 is provided with a second converging coil 14 which induces the incident electron beam 9 on the film forming material 10 to the work 2 while oscillating the electron beam 9 to oscillate the ions of the film forming material 10 and the ions and plasma of the introduced gases in synchronization with the electron beam 9. As a result, the arbitrary position of the film forming material is irradiated with the electron beams and simultaneously, an arbitrary magnetic field is formed on the surface to be deposited of the work. The film formation is thus executed with the good deposition efficiency at the arbitrary film thickness distribution. The films having the uniform compsns are formed in the case of the compd. films.



Data supplied from the esp@cenet database - Patent Abstracts of Japan

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平6-264225

(43) 公開日 平成6年(1994)9月20日

(51) Int.Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

C 2 3 C 14/32

9271-4K

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平5-52647

(22) 出願日 平成5年(1993)3月12日

(71) 出願人 000231464

日本真空技術株式会社

神奈川県茅ヶ崎市萩園2500番地

(71) 出願人 000001258

川崎製鉄株式会社

兵庫県神戸市中央区北本町通1丁目1番28号

(72) 発明者 高橋 夏木

神奈川県茅ヶ崎市萩園2500番地 日本真空技術株式会社内

(74) 代理人 弁理士 北村 欣一 (外2名)

最終頁に続く

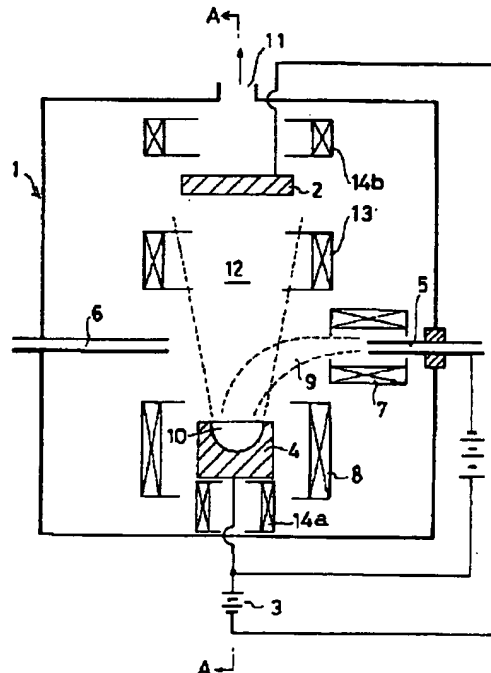
(54) 【発明の名称】 イオンプレーティング装置

(57) 【要約】

【目的】 電子ビームを成膜材料の任意の位置に揺動して照射させ、蒸発物質のイオン、反応ガスイオン及びそのプラズマの分布を任意に制御し、被処理物に付着する成膜材料の付着効率を損なうことなく任意の膜厚分布で膜を形成できるイオンプレーティング装置を提供する

【構成】 集束コイル7、8、13で制御した電子ビーム9により直流バイアスをかけながらイオンプレーティングを行なう装置に、成膜材料10へ入射する該電子ビームを揺動させ且つ成膜材料のイオンと導入ガスのイオン及びプラズマを該電子ビームと同期して揺動させながら被処理物2へと誘導する第2集束コイル14を設けた

【効果】 電子ビームを成膜材料の任意の位置に照射でき同時に被処理物の被着面に任意の磁場を形成することができ、任意の膜厚分布で付着効率良く成膜を行なえ、化合物膜の場合には組成が均一な膜を形成できる



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 真空室内に、蒸着膜が形成される被処理物と、該真空室内の下方に設けられた成膜材料を溶解させるハースと、ガス導入口とを設け、該被処理物にはこれに直流バイアスをかける直流バイアス装置が接続され、更に、該ハースに向けて電子ビームを供給する電子ビーム発生装置と、該電子ビーム発生装置から供給される電子を効率よく成膜材料へ照射させると共に蒸発する成膜材料と導入ガスをイオン化するための磁場を形成する集束コイルを備えたイオンブレーティング装置に於いて、該成膜材料へ入射する該電子ビームを揺動させると共に該ハースから蒸発する成膜材料のイオンと導入ガスのイオン及びプラズマを該電子ビームと同期して揺動させながら被処理物へと誘導する第2集束コイルを設けたことを特徴とするイオンブレーティング装置。

【請求項2】 上記第2集束コイルを、上記ハースの下部に設けた集束コイルと、上記被処理物の背後に設けられて該集束コイルと同期して制御される集束コイルとで構成したことを特徴とする請求項1に記載のイオンブレーティング装置。

【請求項3】 上記ガス導入口から反応ガスを真空室内に導入するようにし、上記第2集束コイルの電流を制御して被処理物の表面に形成される反応蒸着膜の組成分布を制御したことを特徴とする請求項1に記載のイオンブレーティング装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、耐摩耗性や耐蝕性、装飾的価値、電磁気的特性、光学的特性を要求される金属あるいは非金属の物体の表面に、例えばTiN、TiCN、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、c-BN、Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>、SiO<sub>2</sub>等を形成するイオンブレーティング装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来、ホローカソード電子銃の電子ビーム発生装置を備えたイオンブレーティング装置として、図1或いは図2に示すように、真空室a内に被処理物bと成膜材料cとの間にバイアス電源dによりバイアスをかけ、両者の間に電離空間eを形成させると共に、その電離空間eに対向させてホローカソード型電子銃fを設け、該電子銃fの外周と成膜材料cを収めたハースgの周囲とに夫々集束コイルh、iを設けた構成のものが知られている（特昭51-20170号、特公昭51-13471号公報参照）。図1、図2に於いて、jは反応ガスを真空室a内へ導入する導入口を示し、電子銃fから供給される電子ビームkをハースg内の成膜材料cに照射して該成膜材料cを蒸発させると共にその蒸発物をイオン化又は活性化し、同時にイオン化又は活性化した反応ガスと共に電離空間e中を輸送して被処理物bに膜として付着させる。

【0003】このとき、電子ビームkは、電子銃f近傍

2

の集束コイルhとハースgの周囲の集束コイルiにより集束され、電子ビームkが成膜材料cに照射されるように軌道が決定される。また、蒸発しイオン化された成膜材料cおよび反応ガスのイオンとプラズマは、集束コイルh、iにより形成される磁場によって拘束され、電離空間eを通過して被処理物bへ輸送される。

【0004】こうしたイオンブレーティングの作動時に於いて、集束コイルhは、電子銃fの電子放出面から安定した電子放出を行なわせることと、電子銃fから放出された電子ビームkを成膜材料cの直上にまで輸送する役割を営み、また、集束コイルiは、電子ビームkを適度に集束させ、ビームを効率よく成膜材料cに入射させることと、電子銃fの集束コイルhとの合成磁場により電子ビームkを成膜材料cに偏向させる役割を営む。これらの役割は、成膜材料cを効率よく安定して蒸発させることを主目的としている。集束コイルh、iによって形成される磁場の磁束線を図3に示す。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】従来のイオンブレーティング装置では、集束コイルh、iは、上記のように成膜材料cを効率よく安定して蒸発させることを主目的として設計されているため、電子ビームkは成膜材料cの一定位置に照射され、蒸発しイオン化した成膜材料cのイオン、反応ガスのイオン及びそのプラズマは、集束コイルh、iによって形成された磁場によりハースgの中心軸のまわりに拘束されるものの、任意に上記イオン及びプラズマの分布を制御できない欠点があった。そのため、被処理物bに付着する成膜材料cの効率を損なうことなく任意の膜厚分布の膜や化合物膜の場合には組成が均一な膜を形成することが困難であった。

【0006】例えば、図4に示すように、電子ビームkの集束性及び軌道に影響を及ぼすことなく集束コイルh、iによる磁場を大きくすると、Aで示すように被処理物bへの付着効率が40%程度と大きくなるが、その膜厚分布は±50%程度の不均一さを生じ、一方、集束コイルh、iによる磁場を小さくすると、Bで示すように膜厚分布は±15%程度に均一になるが、付着効率は5%程度の小さなものになる。更に、化合物膜形成に必要な十分高い密度のプラズマを均一に被処理物bの近傍に形成できないため、例えばTiN膜をFeの被処理物bに形成した場合、場所により、図5に示すように、TiN膜のX線回折強度が被処理物bのFeに比べて非常に小さい膜が形成される場合がある。

【0007】本発明は、上記の従来のイオンブレーティング装置の欠点を解決するもので、電子ビームを成膜材料の任意の位置に揺動して照射させると共に、蒸発しイオン化された蒸発物質のイオン、反応ガスイオン及びそのプラズマの分布を任意に制御することにより、被処理物に付着する成膜材料の付着効率を損なうことなくしかも任意の膜厚分布で膜を形成でき、化合物膜の場合には

組成が均一な膜を形成できるイオンプレーティング装置を提供することを目的とするものである。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明では、真空室内に、蒸着膜が形成される被処理物と、該真空室内の下方に設けられた成膜材料を溶解させるハースと、ガス導入口とを設け、該被処理物にはこれに直流バイアスをかける直流バイアス装置が接続され、更に、該ハースに向けて電子ビームを供給する電子ビーム発生装置と、該電子ビーム発生装置から供給される電子を効率よく成膜材料へ照射させると共に蒸発する成膜材料と導入ガスをイオン化するための磁場を形成する集束コイルを備えたイオンプレーティング装置に於いて、該成膜材料へ入射する該電子ビームを揺動させると共に該ハースから蒸発する成膜材料のイオンと導入ガスのイオン及びプラズマを該電子ビームと同期して揺動させながら被処理物へと誘導する第2集束コイルを設けることにより、上記の目的を達成するようにした。

【0009】

【作用】電子ビーム発生装置からの電子ビームが集束コイルにより誘導されてハース内の成膜材料を照射すると、該成膜材料が蒸発してイオン化すると共に真空室内に導入した不活性ガス或いは反応ガスのプラズマとイオンが発生し、これらのイオンとプラズマはバイアスがかけられた被処理物の表面に蒸着膜或いは反応蒸着膜として付着する。こうした成膜時に、該第2集束コイルの電流を制御すると、該真空室内の磁場変動し、そのため該成膜材料を照射する電子ビームが揺動すると同時にその揺動に同期して蒸発する成膜材料のイオンや導入ガスのイオン及びそのプラズマが揺動する。その結果、被処理物に付着する成膜材料の付着効率を損なわずに任意の膜厚分布で成膜し、化合物膜の場合は組成が均一な膜を成膜することが出来る。

【0010】

【実施例】本発明の実施例を図面にに基づき説明すると、図6及び図7に於いて、符号1は真空室を示し、該真空室1内の上方には蒸着膜が形成される被処理物2が適当な手段で設けられ、該被処理物2の下方にはこれとの間で直流バイアス装置3により直流バイアスがかけられたハース4が設けられる。更に、該真空室1内には、成膜材料10を収めたハース4に向けて電子を照射するホローカソード電子銃で構成された電子ビーム発生装置5と、不活性ガス或いは反応ガスを導入するガス導入口6とが設けられる。該電子ビーム発生装置5の近傍には集束コイル7が設けられ、ハース4の周囲と上方には集束コイル8、13が設けられる。11は真空ポンプに接続される真空排気口、12は電離空間である。

【0011】こうした構成は従来のものと略同様で、電子ビーム発生装置5からの電子ビーム9は集束コイル7によりハース4の直上へと誘導され、ハース4の周囲の

集束コイル8により集束されてハース4内の成膜材料10を蒸発させ、その蒸発材料は該ハース4の上方に発生するガス導入口6からのガスによるプラズマによりイオン化され、該ガスが反応ガスの場合には該蒸発材料が反応して被処理物2に膜状に付着するが、本発明に於いては、該電子ビーム発生装置5からの電子ビーム9を揺動させながらハース4内の成膜材料10に照射させ、且つ該ハース4から蒸発する成膜材料10のイオンと導入ガスのイオン及びプラズマを該電子ビーム9と同期して揺動させながら被処理物2に向けて誘導する第2集束コイル14を設けるようにした。

【0012】図示の例では、該第2集束コイル14を該ハース4の下部に設けた2個の環状の第2集束コイル14a-1、14a-2と、該被処理物2の背後に設けられて該集束コイル14aと同期して制御される2個の環状の第2集束コイル14b-1、14b-2とで構成した。成膜材料10を蒸発させる時に、該ハース4の下部の第2集束コイル14a-1、14a-2の磁場を調整すると、例えば図8に示すような分布の磁場を形成することができる。イオンは磁場の強さに反比例した回転半径（ラーマー半径）で回転しながら磁束線に沿って運動することが知られているが、電子ビーム発生装置5からの電子ビーム9は、集束コイル7、8、13により形成される磁場により拘束される。例えば、図8に於ける時間 $t_1$ の瞬間に於いては、電子ビーム9はハース4の正面に向かって左側へ誘導され、また、時間 $t_2$ の瞬間に於いては右側に誘導される。すなわち、2個の第2集束コイル14a-1、14a-2の磁場の強さを適当な周期で例えば図10のように変化させると、電子ビーム9は各第2集束コイル14a-1、14a-2の強さに対応して拘束され、その結果、電子ビーム9は成膜材料10の上を任意の速度で揺動する。このとき、電子ビーム9が照射されている成膜材料10の位置からは、電子ビーム9のエネルギーに対応した量の成膜材料が蒸発し、イオン化される。

【0013】さらに、被処理物2の背後の第2集束コイル14b-1、14b-2の磁場を前記集束コイル14a-1、14a-2と同期して図10のように変化させると、ハース4から蒸発したイオン化された成膜材料10のイオン、導入ガスイオン、及びこれらのプラズマは、これら4個の第2集束コイル14により形成される磁場により拘束される。例えば、図8に於ける時間 $t_1$ の瞬間に於いては、これらは被処理物2の正面に向かって左側へ誘導され、また時間 $t_2$ の瞬間に於いては右側へ誘導される。従って、例えば被処理物2が大面積のものであっても、第2集束コイル14の電流波形を適当に選ぶことにより、被処理物2に付着する成膜材料10の付着効率を損なうことなく厚さが均一な膜を形成することができ、反応ガスを導入して化合物膜を形成するときには膜厚のみでなく組成も均一な膜を形成することがで

きる。

【0014】本発明に基づくイオンプレーティング装置により成膜材料10としてTiを用意し、ガス導入口6からN<sub>2</sub>ガスを導入してFeの被処理物2に形成したTiN膜の膜厚分布とX線回折強度を夫々図11、図12に示した。これにより明らかなように、膜厚分布は±5%程度、付着効率は約50%で、X線回折強度の大きいものが得られる。

【0015】尚、以上の実施例では、集束コイル14a、14bを夫々2個ずつ設けたが、被処理物2の面積が大きい場合には、これら集束コイルの配置面上に多数個設けてその夫々を制御すればよい。また、被処理物2の被付着面が比較的小さい場合や、膜を被処理物2の一部分に局所的に形成したい場合には、第2集束コイル14の磁場を制御して成膜材料のイオンや導入ガスのイオン、及びそれらのプラズマを必要な方向に誘導することも可能である。

【0016】

【発明の効果】以上のように本発明では、集束コイルで制御した電子ビームにより直流バイアスをかけながらイオンプレーティングを行なう装置に於いて、電子ビームを揺動させ且つハースから蒸発する成膜材料のイオンと導入ガスのイオン及びプラズマを上記電子ビームと同期して揺動させながらこれらを被処理物に向けて誘導する第2集束コイルを設けたので、成膜材料の任意の位置及び被処理物の被着面に任意の磁場を形成することができ、任意の膜厚分布で付着効率良く成膜を行なえ、化合物膜の場合には組成が均一な膜を形成できる等の効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】 従来のイオンプレーティング装置の断面側面図

【図2】 他の従来例の断面側面図

【図3】 従来のイオンプレーティング装置の集束コイルにより形成される磁場の線図

【図4】 従来のイオンプレーティング装置による成膜速度分布図

【図5】 従来のイオンプレーティング装置によるTiN膜の形成不良状態を示すX線回折強度の線図

【図6】 本発明の実施例のイオンプレーティング装置の断面側面図

【図7】 図6のA-A線断面図

【図8】 本発明の実施例による磁場の線図

【図9】 本発明の実施例の磁場の変動を示す線図

【図10】 本発明の実施例に於ける電子ビーム電流と第2集束コイル電流の制御状態を示す線図

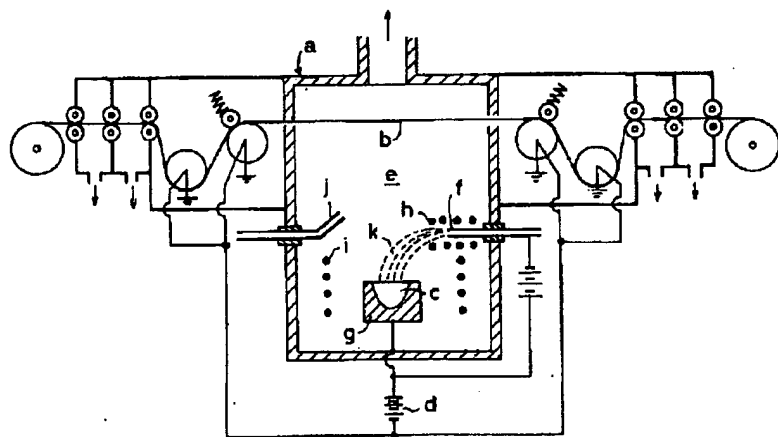
【図11】 本発明の実施例による成膜速度分布図

【図12】 本発明の実施例によるTiN膜のX線回折強度の線図

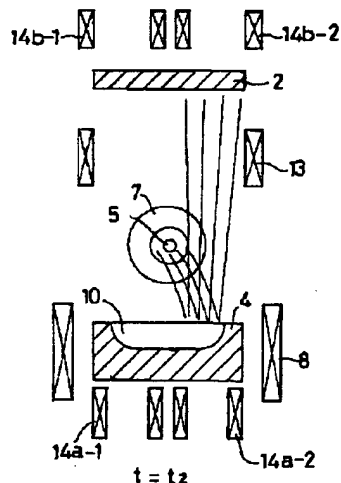
【符号の説明】

- |                            |             |            |
|----------------------------|-------------|------------|
| 1 真空室                      | 2 被処理物      | 3 直流バイアス装置 |
| 4 ハース                      | 5 電子ビーム発生装置 | 6 ガス導入口    |
| 7、8、13 集束コイル               | 9 電子ビーム     |            |
| 10 成膜材料                    | 12 電離空間     |            |
| 14、14a-1、14a-2、14b-1、14b-2 | 第2集束コイル     |            |

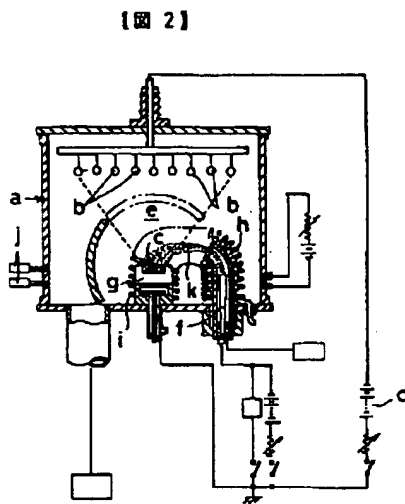
【図1】



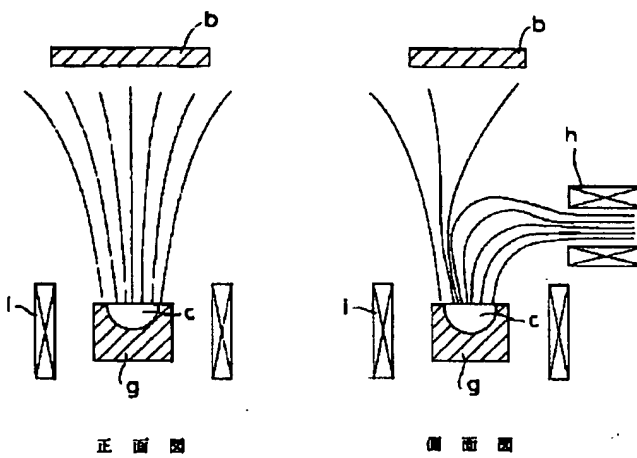
【図9】



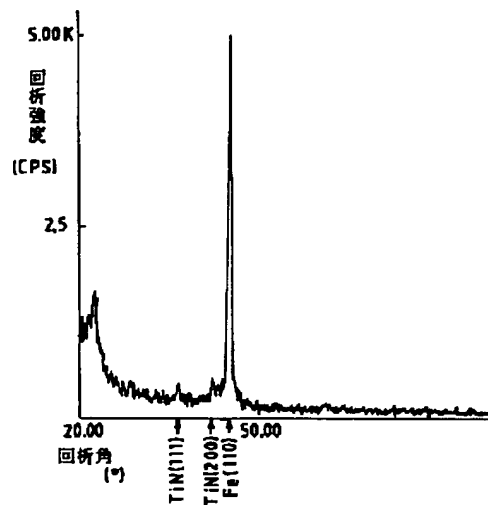
【図2】



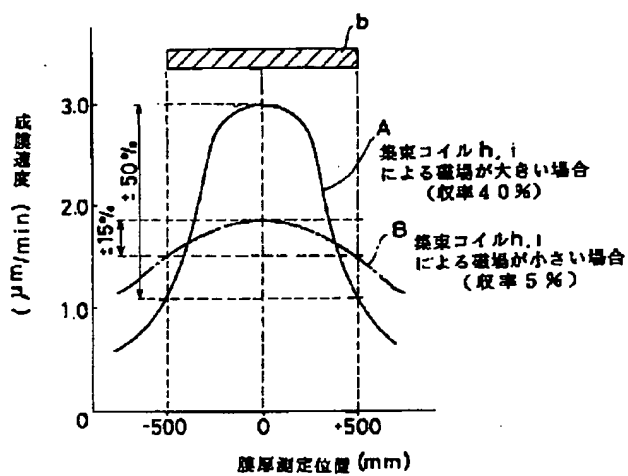
【図3】



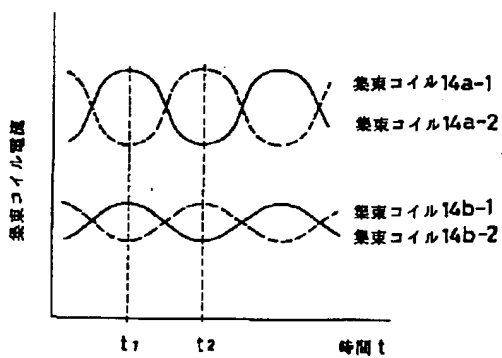
【図5】



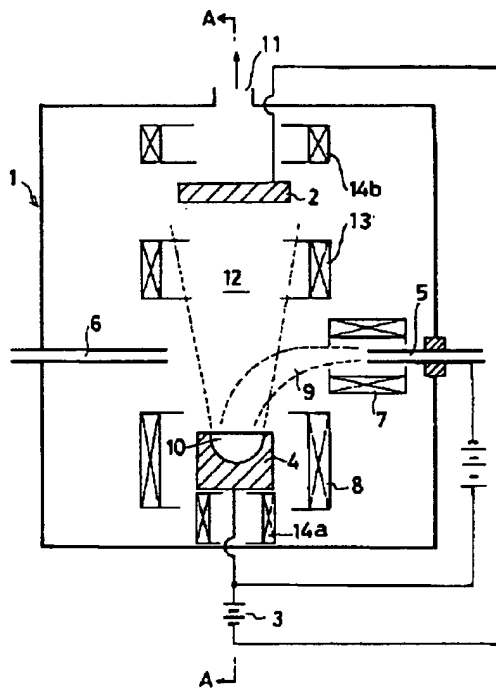
【図4】



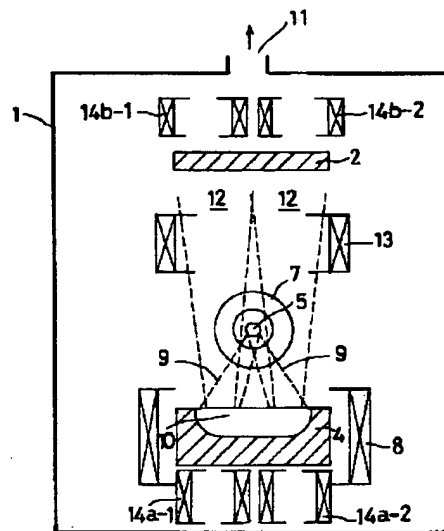
【図10】



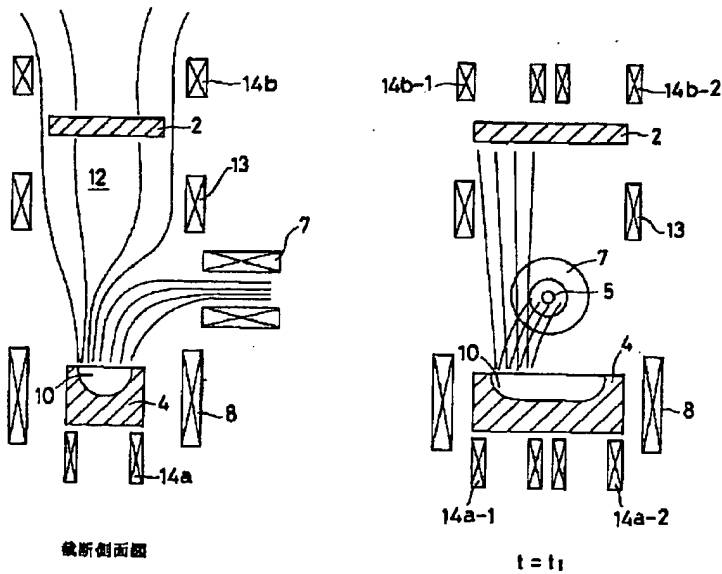
【図6】



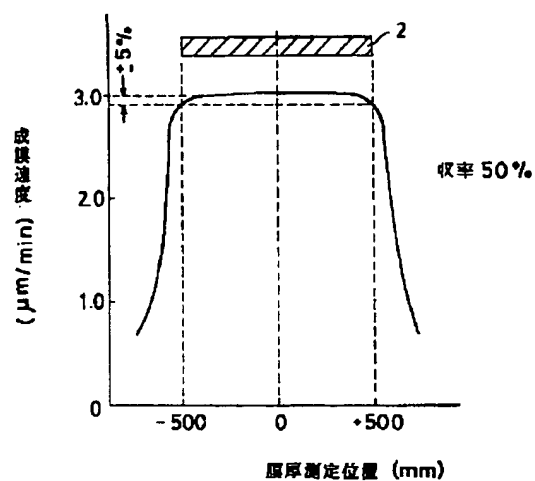
【図7】



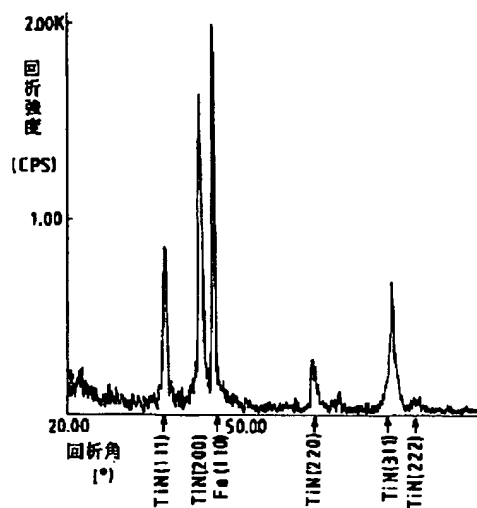
【図8】



【図11】



【図12】



フロントページの続き

(72)発明者 平岩 秀行

神奈川県茅ヶ崎市萩園2500番地 日本真空  
技術株式会社内

(72)発明者 井口 征夫

千葉県千葉市中央区川崎町1番地 川崎製  
鉄株式会社技術研究本部内